

## 明 細 書

## ヒートシンク部材 およびその製造方法

## 技術分野

[0001] この発明は、ヒートシンク部材 およびその製造方法に関し、特に、Mo（モリブデン）を用いたヒートシンク部材 およびその製造方法に関する。

## 背景技術

[0002] 従来、電子部品等から発生する熱を吸収し、外部へ放熱させるためのヒートシンク部材として、モリブデン(Mo)を用いたヒートシンク部材が知られている。このモリブデンを用いたヒートシンク部材としては、モリブデンを基材とし、Cuを合わせ材としてクラッドしたCu/Mo/Cuクラッド材が知られている。従来では、このCu/Mo/Cuクラッド材は、熱間圧接または冷間圧接（冷間圧延）により製造されている。ここで、基材としてのMoは、硬く、かつ、延びが小さいため、熱間圧接時または冷間圧接（冷間圧延）時に、割れやひびが発生しやすい。特に、Cu/Mo/Cuクラッド材を冷間圧接（冷間圧延）する方法では、Moからなる基材とCuからなる合わせ材とを圧延して接合する際に、Moからなる基材に割れやひびが発生しやすいと不都合がある。

[0003] そこで、従来、熱間圧接または冷間圧接（冷間圧延）に代えて、Moからなる基材とCuからなる合わせ材とをろう材を用いて接合することにより、Mo（モリブデン）からなる基材に割れやひびが発生するのを抑制したヒートシンク部材が提案されている。このようなヒートシンク部材は、たとえば、特開平11-284111号公報に開示されている。

[0004] 上記特開平11-284111号公報には、銅(Cu)製の板からなる合わせ材とモリブデン(Mo)製の板からなる基材とを、Mn-Ni-Cu系合金からなるろう材を用いて接合したCu/Mo/Cuクラッド材からなるヒートシンク部材が開示されている。この特開平11-284111号公報に開示されたMn-Ni-Cu系合金からなるろう材を用いて接合する方法では、Cu/Mo/Cuクラッド材からなるヒートシンク部材の製造時に、Mo（モリブデン）製の板からなる基材を圧接しないので、モリブデン製の板からなる基材に割れやひびが発生するのを抑制することが可能である。

[000] しかしながら、上記特開平11-284111号公報に開示されたMn-Ni-Cu系合金からなるろう材を用いて、Moからなる基材とCuからなる合わせ材とを接合する方法では、ろう材に起因して、Cu/Mo/Cuクラッド材の熱膨張係数が大きくなるれづ不都合がある。このため、Cu/Mo/Cuクラッド材からなるヒートシンク部材上に熱膨張係数が小さいシリコンなどからなる半導体素子を配置した場合に、ヒートシンク部材と半導体素子との熱膨張係数差が大きくなる。その結果、高温時に、半導体素子とCu/Mo/Cuクラッド材からなるヒートシンク部材との接合部分に割れやひびが発生しやすくなるれづ問題点がある。また、上記特開平11-284111号公報のように、Mn-Ni-Cu系合金からなるろう材を用いると、Cu/Mo/Cuクラッド材からなるヒートシンク部材の熱伝導率が大幅に低下するれづ不都合もある。このため、ヒートシンク部材の放熱性が大幅に低下するれづ問題点もある。

#### 発明の開示

[000] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、製造時に割れやひびが発生するのを抑制するとともに、熱膨張係数が大きくなるのを抑制し、かつ、熱伝導率が低下するのを抑制することが可能なヒートシンク部材およびその製造方法を提供することである。

[000] 上記目的を達成するために、この発明の第1の局面によるヒートシンク部材は、Cuを主成分とする第1の層と、Moを主成分とする第2の層と、第1の層と第2の層の一方面との間に配置され、第1の層と第2の層とを接合するためのSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層とを備える。

[000] この発明の第1の局面によるヒートシンク部材では、上記のように、Cu(銅)を主成分とする第1の層とMo(モリブデン)を主成分とする第2の層の一方面との間に配置され、第1の層と第2の層とを接合するためのSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を設けることによって、Cuを主成分とする第1の層とMoを主成分とする第2の層とを接合する際に、第1の層および第2の層を圧接する必要がないので、Moを主成分とする第2の層に割れやひびが発生するのを抑制することができる。また、Cuを主成分とする第1の層と、Moを主成分とする第2の層とを接合するためのろう付け層として、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いることによって、Mn-Ni-Cu系合金から

なるろう材を用いる場合に比べて、ヒートシンク部材の熱膨張係数が大きくなるのを抑制することができる。これにより、ヒートシンク部材上に熱膨張係数の大きいシリコンなどからなる半導体素子を配置した場合に、ヒートシンク部材と半導体素子との熱膨張係数差が大きくなるのを抑制することができるので、高温時に、半導体素子とヒートシンク部材との接合部分に割れやひびが発生するのを抑制することができる。また、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いることによって、Mn-Ni-Cu系合金からなるろう材を用いる場合に比べて、第1ろう付け層の熱伝導率を大きくすることができるので、ヒートシンク部材の熱伝導率が低下するのを抑制することができる。

- [0009] 上記第1の局面によるヒートシンク部材において、好ましくは、第1ろう付け層のSnの含有率は、1質量%以上である。このようにSnを1質量%以上含有するSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いれば、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層の融点を、Cuを主成分とする第1の層およびMoを主成分とする第2の層よりも低くすることができるので、ろう付けを行う際に、第1の層および第2の層を溶融させることなく、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層のみを溶融させることができる。
- [0010] 上記第1の局面によるヒートシンク部材において、好ましくは、第1ろう付け層のSnの含有率は、13質量%以下である。このようにSnを13質量%以下含有するSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いれば、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層が脆くなるのを抑制することができるので、第1ろう付け層を所定の厚みに圧延する際に、第1ろう付け層に割れやひびが発生するのを抑制することができる。
- [0011] 上記第1の局面によるヒートシンク部材において、好ましくは、Moを主成分とする第2の層は、焼結によって形成されている。このように焼結により形成されたMo(モリブデン)は、硬く、かつ、延びが小さいので、本発明のSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いて、圧接することなく、ろう付けを行うようにすれば、容易に、Moの割れやひびが発生するのを抑制することができる。
- [0012] 上記第1の局面によるヒートシンク部材において、好ましくは、第1の層および第2の層は、0.1mm以上3.0mm以下の厚みを有する。このように構成すれば、ヒートシンク部材の厚みが大きくなりすぎるのを抑制することができる。
- [0013] 上記第1の局面によるヒートシンク部材において、好ましくは、Cuを主成分とする第

3の層と、第2の層の他方面と第3の層との間に配置され、第2の層と第3の層とを接合するためのSn-Cu系合金からなる第2ろう付け層とをさらに備え、第3の層の表面上には、半導体素子が配置される。このように構成すれば、Sn-Cu系合金からなる第1および第2のろう付け層により、 $M_0$ を主成分とする第2の層を基材としてその両側にCuを主成分とする合わせ材(第1の層および第3の層)を配置した熱伝導率の大きいヒートシンク部材を得ることができる。また、Cuを主成分とする第3の層は、半田やエポキシ樹脂などとのぬれ性が良好であるので、第3の層の表面上に半田やエポキシ樹脂などを用いて容易に半導体素子を接合することができる。これにより、半導体素子の熱を、第3の層、第2ろう付け層、第2の層、第1ろう付け層および第1の層を介して良好に放熱させることができる。

[0014] 上記第3の層と第2ろう付け層とを備えるヒートシンク部材において、好ましくは、第2ろう付け層のSnの含有率は、1質量%以上13質量%以下である。このようにSnを1質量%以上含有するSn-Cu系合金からなる第2ろう付け層を用いれば、Sn-Cu系合金からなる第2ろう付け層の融点を、Cuを主成分とする第1の層、第3の層および $M_0$ を主成分とする第2の層よりも低くすることができるので、ろう付けを行う際に、第1の層、第2の層および第3の層を溶融させることなく、Sn-Cu系合金からなる第2ろう付け層を溶融させることができる。また、Snを13質量%以下含有するSn-Cu系合金からなる第2ろう付け層を用いれば、Sn-Cu系合金からなる第2ろう付け層が脆くなるのを抑制することができるので、第2ろう付け層を所定の厚みに圧延する際に、第2ろう付け層に割れやひびが発生するのを抑制することができる。

[0015] 上記第3の層と第2ろう付け層とを備えるヒートシンク部材において、好ましくは、第2の層は、第1の層の表面上の半導体素子が配置される領域に対応する領域に配置されている。このように構成すれば、 $M_0$ を主成分とする第2の層をヒートシンクとして必要な領域のみに配置することができるので、高価な $M_0$ の使用量を減少させることができる。

[0016] 上記第3の層と第2ろう付け層とを備えるヒートシンク部材において、好ましくは、第3の層は、0.1mm以上3.0mm以下の厚みを有する。このように構成すれば、ヒートシンク部材の厚みが大きくなりすぎるのを抑制することができる。

- [0017] この発明の第2の局面によるヒートシンク部材の製造方法は、Cuを主成分とする第1の層とMoを主成分とする第2の層の一方面との間に、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を配置する工程と、第1ろう付け層を溶融することによって、第1の層と第2の層とを接合する工程とを備える。
- [0018] この発明の第2の局面によるヒートシンク部材の製造方法では、上記のように、Cu(銅)を主成分とする第1の層とMo(モリブデン)を主成分とする第2の層の一方面との間に、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を配置するとともに、第1ろう付け層を溶融することにより、第1の層と第2の層とを接合することによって、Cuを主成分とする第1の層とMoを主成分とする第2の層とを接合する際に、第1の層および第2の層を圧接する必要がないので、Moを主成分とする第2の層に割れやひびが発生するのを抑制することができる。また、Cuを主成分とする第1の層とMoを主成分とする第2の層の一方面との間に、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を配置するとともに、第1ろう付け層を溶融することにより、第1の層と第2の層とを接合することによって、Mn-Ni-Cu系合金からなるろう材を用いる場合に比べて、ヒートシンク部材の熱膨張係数が大きくなるのを抑制することができる。これにより、ヒートシンク部材上に熱膨張係数の小さいシリコンなどからなる半導体素子を配置した場合に、ヒートシンク部材と半導体素子との熱膨張係数差が大きくなるのを抑制することができるので、高温時に、半導体素子とヒートシンク部材との接合部分に割れやひびが発生するのを抑制することができる。また、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いることによって、Mn-Ni-Cu系合金からなるろう材を用いる場合に比べて、第1ろう付け層の熱伝導率を大きくすることができるので、ヒートシンク部材の熱伝導率が低下するのを抑制することができる。
- [0019] 上記第2の局面によるヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、第1ろう付け層のSnの含有率は、1質量%以上である。このようにSnを1質量%以上含有するSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いれば、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層の融点を、Cuを主成分とする第1の層およびMoを主成分とする第2の層よりも低くすることができるので、ろう付けを行う際に、第1の層および第2の層を溶融させることなく、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層のみを溶融させることができる。

- [0020] 上記第2の局面によるヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、第1ろう付け層のSnの含有率は、13質量%以下である。このようにSnを13質量%以下含有するSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いれば、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層が脆くなるのを抑制することができるので、第1ろう付け層を所定の厚みに圧延する際に、第1ろう付け層に割れやひびが発生するのを抑制することができる。
- [0021] 上記第2の局面によるヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、 $M_0$ を主成分とする第2の層を焼結によって形成する工程をさらに備える。このように焼結により形成された $M_0$ (モリブデン)は、硬く、かつ、延びが小さいので、本発明のSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層を用いて、圧接することなく、ろう付けを行うようにすれば、容易に、 $M_0$ の割れやひびが発生するのを抑制することができる。
- [0022] 上記第2の局面によるヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、第1の層および第2の層は、0.1mm以上3.0mm以下の厚みを有する。このように構成すれば、ヒートシンク部材の厚みが大きくなりすぎるのを抑制することができる。
- [0023] 上記第2の局面によるヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、第1の層と第2の層との間に第1ろう付け層を配置する工程に先立って、第1の層と第1ろう付け層とを予め接合する工程をさらに備える。このように構成すれば、変形しやすい第1ろう付け層を第1の層と予め接合することができるので、第1の層と第2の層との間に第1ろう付け層を配置する際に、第1ろう付け層が変形するのを抑制することができる。これにより、H滑にろう付けを行うことができる。
- [0024] 上記第2の局面によるヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、第1の層と第2の層との間に第1ろう付け層を配置する工程は、第1の層と第2の層の一方面との間に第1ろう付け層を配置するとともに、第2の層の他方面とCuを主成分とする第3の層との間にSn-Cu系合金からなる第2ろう付け層を配置する工程を含み、第1の層と第2の層とを接合する工程は、第1ろう付け層および第2ろう付け層を溶融することによって、第1の層および第2の層を接合するとともに、第2の層および第3の層を接合する工程を含む。このように構成すれば、Sn-Cu系合金からなる第1および第2のろう付け層により、 $M_0$ を主成分とする第2の層を基材としてその両側にCuを主成分とする合わせ材(第1の層および第3の層)を配置した熱伝導率の大きいヒートシン

ク部材を得ることができる。また、Cuを主成分とする第3の層は、半田やエポキシ樹脂などとのぬれ性が良好であるので、第3の層の表面上に半田やエポキシ樹脂などを用いて容易に半導体素子を接合することができる。これらにより、半導体素子の熱を、第3の層、第2ろう付け層、第2の層、第1ろう付け層および第1の層を介して良好に放熱させることができる。また、第1の層と第2の層とを接合する工程は、第1ろう付け層および第2ろう付け層を溶融することにより、第1の層および第2の層を接合するとともに、第2の層および第3の層を接合する工程を含むことによって、第2の層の一方面および他方面を1つの工程においてそれぞれ第1の層および第3の層に接合させることができる。

[0025] 上記第1の層と第2の層との間に第1ろう付け層を配置する工程が、第2の層と第3の層との間に第2ろう付け層を配置する工程を含むヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、第2ろう付け層のSnの含有率は、1質量%以上13質量%以下である。このようにSnを1質量%以上含有するSn-Cu系合金からなる第2ろう付け層を用いれば、Sn-Cu系合金からなる第2ろう付け層の融点を、Cuを主成分とする第1の層、第3の層および $M_0$ を主成分とする第2の層よりも低くすることができるので、ろう付けを行う際に、第1の層、第2の層および第3の層を溶融させることなく、Sn-Cu系合金からなる第2ろう付け層を溶融させることができる。また、Snを13質量%以下含有するSn-Cu系合金からなる第2ろう付け層を用いれば、Sn-Cu系合金からなる第2ろう付け層が脆くなるのを抑制することができるので、第2ろう付け層を所定の厚みに圧延する際に、第2ろう付け層に割れやひびが発生するのを抑制することができる。

[0026] 上記第1の層と第2の層との間に第1ろう付け層を配置する工程が、第2の層と第3の層との間に第2ろう付け層を配置する工程を含むヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、第3の層の表面上には、半導体素子が配置され、第1の層と第2の層との間に第1ろう付け層を配置する工程に先立って、第1の層の表面上の半導体素子が配置される領域に対応する領域に配置される第2の層を準備する工程をさらに備える。このように構成すれば、 $M_0$ を主成分とする第2の層をヒートシンクとして必要な領域のみに配置することができるので、高価な $M_0$ の使用量を減少させることが

できる。

- [0027] 上記第1の層と第2の層との間に第1ろう付け層を配置する工程が、第2の層と第3の層との間に第2ろう付け層を配置する工程を含むヒートシンク部材の製造方法において、好ましくは、第3の層は、0.1mm以上3.0mm以下の厚みを有する。このように構成すれば、ヒートシンク部材の厚みが大きくなりすぎるのを抑制することができる。

#### 図面の簡単な説明

- [0028] [図1]本発明の第1実施形態によるヒートシンク部材に半導体素子を搭載した状態を示した断面図である。
- [図2]本発明の第1実施形態によるヒートシンク部材を示した断面図である。
- [図3]本発明の第1実施形態によるヒートシンク部材の製造方法を説明するための断面図である。
- [図4]本発明の第2実施形態によるヒートシンク部材の製造方法を説明するための断面図である。
- [図5]本発明の第2実施形態によるヒートシンク部材の製造方法を説明するための断面図である。
- [図6]本発明の第2実施形態によるヒートシンク部材の製造方法を説明するための断面図である。
- [図7]本発明の第1実施形態の第1変形例によるヒートシンク部材に半導体素子を搭載した状態を示した断面図である。
- [図8]本発明の第1実施形態の第2変形例によるヒートシンク部材の構造を説明するための断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

- [0029] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

- [0030] (第1実施形態)

図1は、本発明の第1実施形態によるヒートシンク部材に半導体素子を搭載した状態を示した断面図である。図2は、本発明の第1実施形態によるヒートシンク部材を示した断面図である。まず、図1および図2を参照して、本発明の第1実施形態によるヒ



ートシンク部材の構造について説明する。

- [0031] 本発明の第1実施形態によるヒートシンク部材は、図2に示すように、Cu(銅)を主成分とする合わせ材1と、 $M_0$ (モリブデン)を主成分とする基材2と、Cu(銅)を主成分とする合わせ材3とを含んでいる。なお、合わせ材1および合わせ材3は、それぞれ、本発明の「第1の層」および「第3の層」の一例であり、基材2は、本発明の「第2の層」の一例である。合わせ材1、基材2および合わせ材3は、共に、約0.1mm〜約3.0mmの厚みを有している。また、基材2および合わせ材3は、合わせ材1の表面の一部上に形成されている。
- [0032] ここで、第1実施形態では、Cuを主成分とする合わせ材1と $M_0$ を主成分とする基材2とは、Sn-Cu合金(Sn:1質量%〜13質量%)からなるろう付け層4によって接合されている。なお、このろう付け層4は、本発明の「第1ろう付け層」の一例である。また、 $M_0$ を主成分とする基材2とCuを主成分とする合わせ材3とは、Sn-Cu合金(Sn:1質量%〜13質量%)からなるろう付け層5によって接合されている。なお、このろう付け層5は、本発明の「第2ろう付け層」の一例である。また、Sn-Cu合金からなるろう付け層4および5は、共に、約0.01mm〜約0.07mmの厚みを有している。また、Cuを主成分とする合わせ材3の上面上には、図1に示すように、半導体素子6が半田やエポキシ樹脂などからなる接合層7によって固定されている。
- [0033] 図3は、本発明の第1実施形態によるヒートシンク部材の製造方法を説明するための断面図である。次に、図3を参照して、本発明の第1実施形態によるヒートシンク部材の製造方法について説明する。
- [0034] まず、 $M_0$ (モリブデン)を主成分とする部材を、焼結により約0.1mm〜約3.0mmの厚みを有するように形成する。そして、この部材の長さが合わせ材1よりも小さくなるように切断することによって基材2を形成する。これにより、 $M_0$ を主成分とする部材をヒートシンクとして必要な分だけ用いることができるので、高価な $M_0$ の使用量を低減することが可能である。また、Cuを主成分とする部材を、約0.1mm〜約3.0mmの厚みに圧延した後、所定の大きさに切断することによって、合わせ材1および3を形成する。このとき、合わせ材3の長さが基材2の長さと同程度の長さになるように形成する。

- [0035] また、Sn—Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなる部材を、約650°C ~約750°Cの温度で熱間圧延することによって、約0.1mm ~約3.0mmの厚みに形成した後、この部材を基材2および合わせ材3と同程度の長さに切断することによって、ろう付け層4および5を形成する。
- [0036] 次に、本発明の第1実施形態では、合わせ材1の上面に、ろう付け層4、基材2、ろう付け層5および合わせ材3を、この順番で重ね合わせた後、約 $9.8 \times 10^5$  Pa ~約 $9.8 \times 10^4$  Paの圧下力で押圧する。そして、この押圧した状態で水素雰囲気中で、約810°C ~約1030°Cの温度で約1分 ~約30分間加熱し、ろう付け層4および5を熔融させることによって、合わせ材1および基材2を接合するとともに、基材2および合わせ材3を接合する。これにより、図2に示したような第1実施形態によるヒートシンク部材が形成される。
- [0037] 第1実施形態では、上記のように、Cu(銅)を主成分とする合わせ材1と $M_0$ (モリブデン)を主成分とする基材2の下面とを接合するためのSn—Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなるろう付け層4と、Cuを主成分とする合わせ材3と $M_0$ を主成分とする基材2の上面とを接合するためのSn—Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなるろう付け層5とを設けることによって、Cuを主成分とする合わせ材1と $M_0$ を主成分とする基材2とを接合するとともに、 $M_0$ を主成分とする基材2の下面とCuを主成分とする合わせ材3とを接合する際に、合わせ材1、基材2および合わせ材3を圧接する必要がないので、 $M_0$ を主成分とする基材2に割れやひびが発生するのを抑制することができる。また、Sn—Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなるろう付け層4および5を設けることによって、Mn—Ni—Cu系合金からなるろう材を用いる場合に比べて、ヒートシンク部材の熱膨張係数が大きくなるのを抑制することができる。これにより、ヒートシンク部材上に熱膨張係数の小さいシリコンなどからなる半導体素子6を配置した場合に、ヒートシンク部材と半導体素子6との熱膨張係数差が大きくなるのを抑制することができるので、高温時に、半導体素子6とヒートシンク部材との接合部分に割れやひびが発生するのを抑制することができる。また、Sn—Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなるろう付け層4および5を用いることによって、Mn—Ni—Cu系合金からなるろう材を用いる場合に比べて、ろう付け層4および5の熱伝導率を大きくする

ことができるので、ヒートシンク部材の熱伝導率が低下するのを抑制することができる。

- [0038] また、第1実施形態では、上記のように、Snを1質量%以上含有するSn-Cu合金からなるろう付け層4および5を用いることによって、Sn-Cu合金からなるろう付け層4および5の融点を、Cuを主成分とする合わせ材1、3および $M_0$ を主成分とする基材2よりも低くすることができるので、ろう付けを行う際に、合わせ材1および3と基材2とを溶融させることなく、Sn-Cu合金からなるろう付け層4および5のみを溶融させることができる。
- [0039] また、第1実施形態では、上記のように、Snを13質量%以下含有するSn-Cu合金をろう付け層4および5に用いることによって、Sn-Cu合金からなるろう付け層4および5が脆くなるのを抑制することができるので、ろう付け層4および5を約0.1mm～約3.0mmの厚みに圧延する際に、ろう付け層4および5に割れやひびが発生するのを抑制することができる。
- [0040] また、第1実施形態では、上記のように、Sn-Cu合金からなるろう付け層4および5を用いて、圧接することなく、ろう付けを行うことによって、硬く、かつ、伸びが小さい焼結により形成された $M_0$ からなる基材2を用いる場合にも、容易に、 $M_0$ の割れやひびが発生するのを抑制することができる。
- [0041] また、第1実施形態では、上記のように、Cuを主成分とする合わせ材3の表面上に、半導体素子6を配置することによって、Cuを主成分とする合わせ材3は、半田やエポキシ樹脂などとのぬれ性が良好であるので、合わせ材3の表面上に半田やエポキシ樹脂などを用いて容易に半導体素子6を接合することができる。これにより、半導体素子6の熱を、合わせ材3、ろう付け層5、基材2、ろう付け層4および合わせ材1を介して良好に放熱させることができる。また、ろう付け層4および5を溶融することにより、合わせ材1および基材2を接合するとともに、基材2および合わせ材3を接合するのと同じ工程を行うことによって、基材2の一方面および他方面を1つの工程においてそれぞれ合わせ材1および3に接合させることができる。
- [0042] 次に、上記した第1実施形態によるヒートシンク部材の効果を確認するために行った実験について説明する。まず、Sn-Cu合金の加工(熱間圧延)性の比較実験に

ついて説明する。この比較実験では、第1実施形態に対応する実施例1～7による試料を作製するとともに、比較例1による試料を作製した。

- [0043] まず、実施例1～7では、Snの含有率を、それぞれ、1質量%、2質量%、2.75質量%、5.21質量%、7質量%、10質量%および13質量%にしたSn-Cu合金を、約1.0mm角で約5.0mmの長さに切断した試料を、それぞれ、3つつつ作製した。また、比較例1では、Snの含有率を14質量%としたSn-Cu合金を約1.0mm角で約5.0mmの長さに切断した試料を3つつ作製した。上記のように作製した実施例1～7および比較例1による各3つの試料について、それぞれ、65℃、70℃および75℃の温度条件下で圧延し、割れやひびの有無を確認した。その結果を表1に示す。

[0044] [表1]

	温度		
	65℃	70℃	75℃
1Sn-Cu(実施例1)	○	○	○
2Sn-Cu(実施例2)	○	○	○
2.75Sn-Cu(実施例3)	○	○	○
5.21Sn-Cu(実施例4)	○	○	○
7Sn-Cu(実施例5)	○	○	○
10Sn-Cu(実施例6)	○	○	○
13Sn-Cu(実施例7)	○	○	○
14Sn-Cu(比較例1)	X	X	X

○:割れおよびひびが発生せず

X:割れおよびひびが発生

- [0045] 上記表1を参照して、Snの含有率が1質量%～13質量%である実施例1～7によるSn-Cu合金では、圧延加工時に、Sn-Cu合金に割れやひびが発生しに勾亡とが判明した。その一方、Snの含有率が14質量%である比較例1によるSn-Cu合金では、圧延加工時に、Sn-Cu合金に割れやひびが発生しやすいことが判明した。これは、Snの含有量が多くなるにしたがいSn-Cu合金が脆くなるためであると考えられる。この結果から、Sn-Cu合金からなるろう材の圧延加工時の割れやひびの発生を防止するためには、Snの含有率は1質量%以上13質量%以下であることが好ましいと考えられる。ここで、表1の○は、割れおよびひびが発生しなかったことを表すとともに、Xは、割れおよびひびが発生したことを表す。

- [0046] 次に、上記のように作製した実施例1～7および比較例1による試料について、DT

A(示差熱分析)装置(RIGAKU製、DTA8121)を用いて融点を測定した結果について説明する。測定した融点を、以下の表2に示す。

[0047] 表2]

	融点
1Sn-Cu(実施例1)	1000°C
2Sn-Cu(実施例2)	970°C
2.75Sn-Cu(実施例3)	950°C
5.21Sn-Cu(実施例4)	935°C
7Sn-Cu(実施例5)	890°C
10Sn-Cu(実施例6)	850°C
13Sn-Cu(実施例7)	810°C
14Sn-Cu(比較例1)	800°C

[0048] 上記表2を参照して、Snの含有率が1質量%～14質量%の実施例1～7および比較例1によるSn-Cu合金のうち、実施例1のSn-Cu合金(Sn:1質量%)の融点(約1000°C)が最も高いことが判明した。但し、この実施例1の融点(1000°C)は、Cuの融点(1083°C)に対して十分低い。この結果から、Snの含有率が1質量%～14質量%の実施例1～7および比較例1によるSn-Cu合金を用いてろう付けを行う場合には、Cuを主成分とする合わせ材を溶融させることなく、Sn-Cu合金のみを溶融させることが可能であると考えられる。

[0049] 次に、上記した第1実施形態に対応する実施例8～13および従来例に対応する比較例2による試料(ヒートシンク部材)を作製して熱膨張係数を測定した結果について説明する。具体的には、実施例8～13では、約0.63mmの厚みをそれぞれ有する合わせ材1、基材2および合わせ材3を、約0.05mmの厚みをそれぞれ有するSn-Cu合金(Sn:2質量%～13質量%)からなるろう付け層4および5によって接合し、約2mmの厚みを有する部材を作製した。この部材を約2mm角で約50mmの長さに切断した試料を作製し、熱膨張係数を測定した。なお、実施例8～13では、ろう付け層4および5のSnの含有率を、それぞれ、2質量%、2.75質量%、5.21質量%、7質量%、10質量%および13質量%とした。また、比較例2では、ろう付け層として、15.2Mn-10.1Ni-Cu合金を用い、その他の条件は上記実施例8～13と同様の方法で試料を作製し、熱膨張係数を測定した。その結果を以下の表3に示す。

[0050] [表3]

	熱膨張係数( $\times 10^{-6}/K$ )
2Sn-Cu(実施例8)	8.2
2.75Sn-Cu(実施例9)	8.2
5.21Sn-Cu(実施例10)	8.3
7Sn-Cu(実施例11)	8.4
10Sn-Cu(実施例12)	8.5
13Sn-Cu(実施例13)	8.6
15.2Mn-10.1Ni-Cu(比較例2)	10.4

[0051] 上記表3を参照して、Snの含有率が2質量%～13質量%のSn-Cu合金をろう付け層4および5に用いた実施例8～13によるヒートシンク部材の熱膨張係数( $8.2 \times 10^{-6}/K \sim 8.6 \times 10^{-6}/K$ )は、15.2Mn-10.1Ni-Cu合金をろう付け層に用いた比較例2によるヒートシンク部材の熱膨張係数( $10.4 \times 10^{-6}/K$ )よりも小さくことが判明した。また、ろう付け層4および5のSnの含有率が減少するにしたがって、ヒートシンク部材の熱膨張係数も減少する傾向があることが判明した。この結果から、ろう付け層4および5のSnの含有率が1質量%の場合にも、ヒートシンク部材の熱膨張係数は、15.2Mn-10.1Ni-Cu合金をろう付け層に用いた比較例2によるヒートシンク部材の熱膨張係数よりも小く考えられる。

[0052] 次に、上記した第1実施形態に対応する実施例14～19および従来例に対応する比較例3による試料(ヒートシンク部材)を作製して熱伝導率を測定した結果について説明する。具体的には、実施例14～19では、約0.3mmの厚みをそれぞれ有する合わせ材1、基材2および合わせ材3を、約0.05mmの厚みをそれぞれ有するSn-Cu合金(Sn:2質量%～13質量%)からなるろう付け層4および5によって接合し、約1mmの厚みを有する部材を作製した。この部材を約1.0mmの直径と約1mmの厚みとを有する円柱形状に切断した試料を作製した。なお、実施例14～19では、ろう付け層4および5のSnの含有率を、それぞれ、2質量%、2.75質量%、5.21質量%、7質量%、10質量%および13質量%とした。また、比較例3では、ろう付け層として、15.2Mn-10.1Ni-Cu合金を用い、その他の条件は上記実施例14～19と同様の方法で試料を作製した。そして、上記のように作製した実施例14～19および比較例3による試料の熱伝導率をレーザーフラッシュ法を用いた熱伝導率測定装置(アル

バック理工製、TC7000 によって測定した。その結果を以下の表4に示す。

[0053] [表4]

	熱伝導率(W/(m・K))
2Sn-Cu(実施例14)	248
2.75Sn-Cu(実施例15)	248
5.21Sn-Cu(実施例16)	232
7Sn-Cu(実施例17)	230
10Sn-Cu(実施例18)	225
13Sn-Cu(比較例19)	223
15.2Mn-10.1Ni-Cu(比較例3)	206

[0054] 上記表4を参照して、Snの含有率が2質量%～13質量%のSn-Cu合金をろう付け層4および5に用いた実施例14～19によるヒートシンク部材の熱伝導率(248W/(m・K)～223W/(m・K))は、15.2Mn-10.1Ni-Cu合金をろう付け層に用いた比較例3によるヒートシンク部材の熱伝導率(206W/(m・K))よりも大きいためとが判明した。また、ろう付け層4および5のSnの含有率が減少するにしたがって、ヒートシンク部材の熱伝導率が増加する傾向が判明した。この結果から、ろう付け層4および5のSnの含有率が1質量%の場合にも、ヒートシンク部材の熱膨張係数は、15.2Mn-10.1Ni-Cu合金をろう付け層に用いた比較例3によるヒートシンク部材の熱伝導率よりも大きいと考えられる。

[0055] (第2実施形態)

図4～図6は、本発明の第2実施形態によるヒートシンク部材の製造方法を説明するための断面図である。この第2実施形態では、上記第1実施形態とは異なるヒートシンク部材の製造方法について説明する。

[0056] この第2実施形態によるヒートシンク部材の製造方法では、まず、Cuを主成分とする部材を、約0.25mm～約7.5mmの厚みに圧延し、所定の大きさに切断することによって、図4に示した合わせ材皿および13を形成する。このとき、合わせ材13の長さが、合わせ材11よりも小さくなるように形成する。また、Mo(モリブデン)を主成分とする部材を、焼結により約0.1mm～約3.0mmの厚みを有するように形成する。そして、この部材を合わせ材13と同程度の長さに切断することによって、基材2を形成する。

- [0057] また、Sn-Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなる部材を、約650°C ~約750°Cの温度で熱間圧延することによって、約0.025mm ~約0.125mmの厚みに形成した後、この部材を基材2および合わせ材13と同程度の長さに切断することによって、ろう付け層14および15を形成する。
- [0058] 次に、本発明の第2実施形態では、図4に示すように、合わせ材11およびろう付け層14を約60%の圧下率で圧接するとともに、合わせ材13およびろう付け層15を約60%の圧下率で圧接する。この後、圧接された合わせ材11およびろう付け層14と、合わせ材13およびろう付け層15とに対して、水素雰囲気中で、約700°C ~約800°Cの温度で1分 ~3分間拡散焼鈍を行う。これにより、ろう付けを行う前に、変形しやすいろう付け層14および15を、合わせ材11および13と予め接合することができるので、ろう付けの際にろう付け層14および15が変形するのを抑制することが可能となる。これにより、H滑にろう付けを行うことが可能となる。この後、合わせ材11に圧接されたろう付け層14の上面上に、基材2と、ろう付け層15が圧接された合わせ材13とを、この順番で重ね合わせた後、約 $9.8 \times 10^4$  Pa ~約 $9.8 \times 10^4$  Paの圧下力で押圧する。そして、この押圧した状態で、水素雰囲気中で、約900°C ~約1030°Cの温度で約1分 ~約30分間加熱し、ろう付け層14および15を溶融させることによって、合わせ材11および基材2を接合するとともに、基材2および合わせ材13を接合する。これにより、図5に示したような第2実施形態によるヒートシンク部材が形成される。なお、このように形成された第2実施形態によるヒートシンク部材を半導体素子6のヒートシンクとして用いる場合には、図6に示すように、合わせ材13の上面上に半田やエポキシ樹脂などからなる接合層7を介して半導体素子6を取り付ける。
- [0059] なお、第2実施形態においても、上記第1実施形態と同様、合わせ材11および13と基材2とを接合するためのSn-Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなるろう付け層14および15を設けることによって、Cuを主成分とする合わせ材11および13と $M_0$ を主成分とする基材2とを接合する際に、合わせ材11、基材2および合わせ材13を圧接する必要がないので、 $M_0$ を主成分とする基材2に割れやひびが発生するのを抑制することができる。また、Sn-Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなるろう付け層14および15を設けることによって、Mn-Ni-Cu系合金からなるろう材を用



いる場合に比べて、ヒートシンク部材の熱膨張係数が大きくなるのを抑制することができるのと同時に、熱伝導率を大きくすることができる。これにより、ヒートシンク部材と半導体素子6との熱膨張係数差が大きくなることに起因して半導体素子6とヒートシンク部材との接合部分に割れやひびが発生するのを抑制することができるのと同時に、ヒートシンク部材の熱伝導率が低下するのを抑制することができる。

- [0060] なお、第2実施形態のその他の効果は、上記第1実施形態と同様である。
- [0061] なお、今回開示された実施形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施形態の説明ではなく請求の範囲によって示され、さらに請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれる。
- [0062] たとえば、上記第1実施形態では、Mo(モリブデン)を主成分とする基材2の上面上にCuを主成分とする合わせ材3を接合し、合わせ材3の上面上に半導体素子6を搭載した例を示したが、本発明はこれに限らず、図7に示した第1変形例のように、基材2の上面上にCuを主成分とする合わせ材を配置せずに、NガッキやAuメッキなどの金属メッキ28を行って、金属メッキ28の上面上に半導体素子6を搭載してもよい。この構造においても、半導体素子6の熱を接合層7、金属メッキ28、基材2、ろう付け層4および合わせ材1を介して放熱することができるので、半導体素子6が高温になるのを抑制することが可能となる。
- [0063] また、上記第1実施形態では、基材2および合わせ材3を、合わせ材1よりも長さが小さくなるように形成した例を示したが、本発明はこれに限らず、図8に示した第2変形例のように、Moを主成分とする基材2aおよびCuを主成分とする合わせ材3aを合わせ材1と同じ長さを有するように形成してもよい。この場合、Sn-Cu合金(Sn:1質量%〜13質量%)からなるろう付け層4aおよび5aは、合わせ材1、基材2aおよび合わせ材3aと同じ長さに形成すればよい。
- [0064] また、上記実施形態では、ろう付け層として、SnおよびCuのみからなるSn-Cu合金を用いた例を示したが、本発明はこれに限らず、Sn-Cu合金にPb、Fe、Zn、Pなどを添加したSn-Cu系合金からなるろう付け層を用いてもよい。この場合、Pb、Fe、Zn、Pなどの添加量は、約0.05質量%〜約0.35質量%であるのが好ましい。

[0065] また、上記実施形態では、Sn-Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなる部材を熱間圧延することによってろう付け層を形成した例を示したが、本発明はこれに限らず、Sn-Cu合金 (Sn:1質量% ~13質量%) からなる部材を冷間圧延することによってろう付け層を形成してもよい。

## 請求の範囲

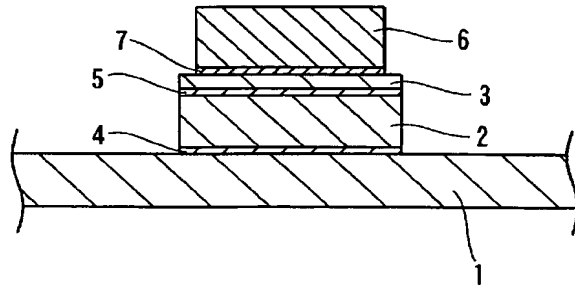
- [1] Cuを主成分とする第1の層(1、11)と、  
Moを主成分とする第2の層(2、2a)と、  
前記第1の層と前記第2の層の一方面との間に配置され、前記第1の層と前記第2の層とを接合するためのSn-Cu系合金からなる第1ろう付け層(4、4a、14)とを備える、ヒートシンク部材。
- [2] 前記第1ろう付け層のSnの含有率は、1質量%以上である、請求項1に記載のヒートシンク部材。
- [3] 前記第1ろう付け層のSnの含有率は、13質量%以下である、請求項1または2に記載のヒートシンク部材。
- [4] 前記Moを主成分とする第2の層は、焼結によって形成されている、請求項1～3のいずれか1項に記載のヒートシンク部材。
- [5] 前記第1の層および前記第2の層は、0.1mm以上3.0mm以下の厚みを有する、請求項1～4のいずれか1項に記載のヒートシンク部材。
- [6] Cuを主成分とする第3の層(3、3a、13)と、  
前記第2の層の他方面と前記第3の層との間に配置され、前記第2の層と前記第3の層とを接合するためのSn-Cu系合金からなる第2ろう付け層(5、5a、15)とをさらに備え、  
前記第3の層の表面上には、半導体素子(6)が配置される、請求項1～5のいずれか1項に記載のヒートシンク部材。
- [7] 前記第2ろう付け層のSnの含有率は、1質量%以上13質量%以下である、請求項6に記載のヒートシンク部材。
- [8] 前記第2の層は、前記第1の層の表面上の前記半導体素子が配置される領域に対応する領域に配置されている、請求項6または7に記載のヒートシンク部材。
- [9] 前記第3の層は、0.1mm以上3.0mm以下の厚みを有する、請求項6～8のいずれか1項に記載のヒートシンク部材。
- [10] Cuを主成分とする第1の層(1、11)とMoを主成分とする第2の層(2、2a)の一方面との間に、Sn-Cu系合金からなる第1ろう付け層(4、4a、14)を配置する工程と、

前記第1ろう付け層を溶融することによって、前記第1の層と前記第2の層とを接合する工程とを備える、ヒートシンク部材の製造方法。

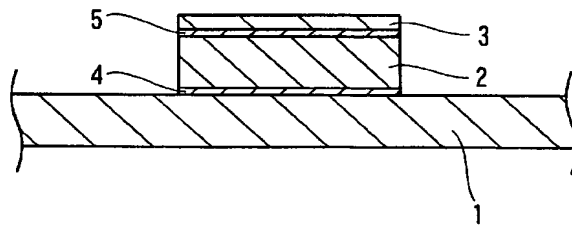
- [11] 前記第1ろう付け層のSnの含有率は、1質量%以上である、請求項10に記載のヒートシンク部材の製造方法。
- [12] 前記第1ろう付け層のSnの含有率は、13質量%以下である、請求項10または11に記載のヒートシンク部材の製造方法。
- [13] 前記M<sub>0</sub>を主成分とする第2の層を焼結によって形成する工程をさらに備える、請求項10～12のいずれか1項に記載のヒートシンク部材の製造方法。
- [14] 前記第1の層および前記第2の層は、0.1mm以上3.0mm以下の厚みを有する、請求項10～13のいずれか1項に記載のヒートシンク部材の製造方法。
- [15] 前記第1の層と前記第2の層との間に前記第1ろう付け層を配置する工程に先立って、前記第1の層(11)と前記第1ろう付け層(14)とを予め接合する工程をさらに備える、請求項10～14のいずれか1項に記載のヒートシンク部材の製造方法。
- [16] 前記第1の層と前記第2の層との間に前記第1ろう付け層を配置する工程は、前記第1の層と前記第2の層の一方面との間に第1ろう付け層を配置するとともに、前記第2の層の他方面とCuを主成分とする第3の層(3、3a、13)との間にSn-Cu系合金からなる第2ろう付け層(5、5a、15)を配置する工程を含み、  
前記第1の層と前記第2の層とを接合する工程は、前記第1ろう付け層および前記第2ろう付け層を溶融することによって、前記第1の層および前記第2の層を接合するとともに、前記第2の層および前記第3の層を接合する工程を含む、請求項10～15のいずれか1項に記載のヒートシンク部材の製造方法。
- [17] 前記第2ろう付け層のSnの含有率は、1質量%以上13質量%以下である、請求項16に記載のヒートシンク部材の製造方法。
- [18] 前記第3の層の表面上には、半導体素子(6)が配置され、  
前記第1の層と前記第2の層との間に前記第1ろう付け層を配置する工程に先立って、前記第1の層の表面上の前記半導体素子が配置される領域に対応する領域に配置される前記第2の層を準備する工程をさらに備える、請求項16または17に記載のヒートシンク部材の製造方法。

- [19] 前記第3の層は、0.1mm以上3.0mm以下の厚みを有する、請求項16～18のいずれか1項に記載のヒートシンク部材の製造方法。

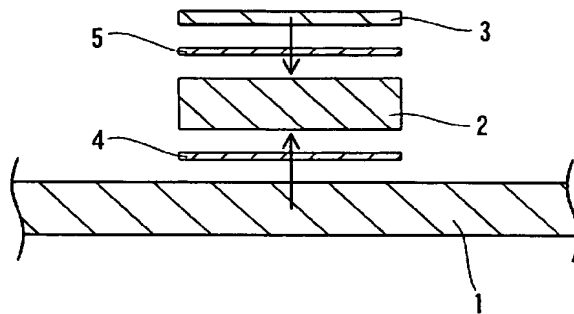
[図1]



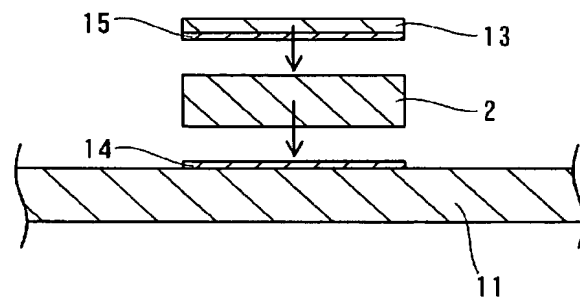
[図2]



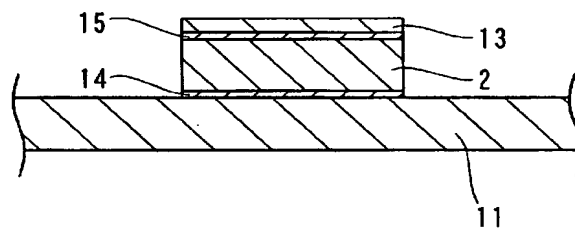
[図3]



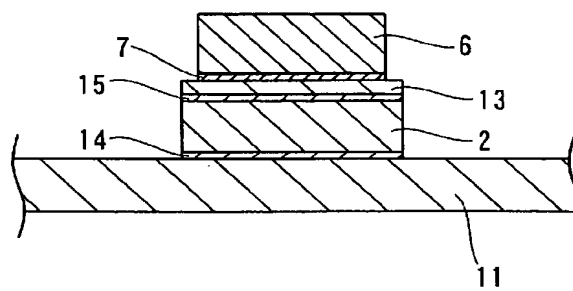
[図4]



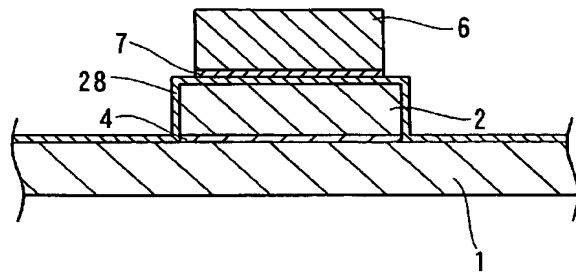
[図5]



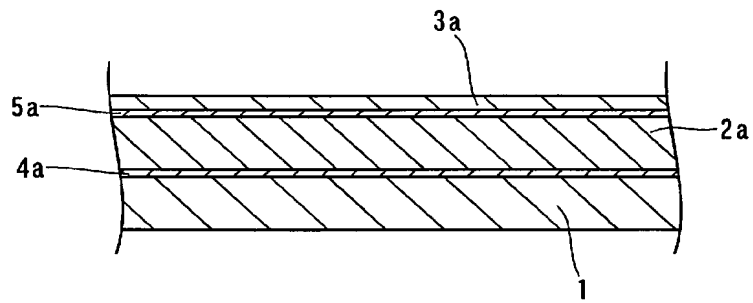
[図6]



[図7]



[図8]





## International application No.

#### A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

Minimum documenta on searched (classifi. on system allowed by classifica on symbols)

Documentation searched other than minimum documents on to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic database consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 11-284111 A (Sumitomo Special Metals Co., Ltd.) , 15 October, 1999 (15.10.99), Par. Nos. [0009] to [0015], [0027] to [0034]; Figs. 2, 9 to 11 (Family: none)	1,2,4-6, 8-11,13-16 , 18, 19
Y	JP 61-42475 A (Mazda Motor Corp.), 28 February, 1986 (28.02.86), Page 2, lower left column, line 17 to lower right column, line 5 (Family: none)	1,2,4-6 8-11,13-16 , 18,19
Y	JP 49-63382 A (Hitachi, Ltd. ), 19 June, 1974 (19.06.74) , Example 3 (Family: none)	1,2,4-6 8-11,13-16 , 18,19

☒ I Further documents are listed in the continuation of Box C

☐ Scc patent family annex

'&' document member of the same patent family

Date of mailing of the international search report  
25 October, 2005 (25.10.05)

Authorized officer

Telephone No \_\_\_\_\_

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/JP2005/013705

## C (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No
Y	JP 59-193036 A (Toshiba Corp ), 01 November, 1984 (01.11.84), Full text & GB 2138633 A & DE 3413885 A1	1,2,4-6, 8-11, 13-16, 18,19
A	JP 2-281642 A (Shinko Electric Industries Co , Ltd ), 19 November, 1990 (19.11.90), Full text, Fig 1 (Family : none )	1-19

Continuation Copy

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. <sup>7</sup> 川71L23/373 (2006. 01)										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) km.Cl. <sup>7</sup> H01L23/373 (2006. 01) , B23K35/30 (2006. 01)										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本 国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本 国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2005年</td> </tr> <tr> <td>日本 国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2005年</td> </tr> <tr> <td>日本 国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2005年</td> </tr> </table>			日本 国実用新案公報	1922 - 1996年	日本 国公開実用新案公報	1971 - 2005年	日本 国実用新案登録公報	1996 - 2005年	日本 国登録実用新案公報	1994 - 2005年
日本 国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本 国公開実用新案公報	1971 - 2005年									
日本 国実用新案登録公報	1996 - 2005年									
日本 国登録実用新案公報	1994 - 2005年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号								
Y	JP 11-284111 A (住友特殊金属株式会社) 1999. 10. 15, [0009] - [0015] , [0027] - [0034] , 図2 , 図9-11 (7 ファミリーなし)	1, 2, 4-6, 8-11, 13-16, 18, 19								
Y	JP 61-42475 A (マツダ株式会社) 1986. 02. 28 , 第2 頁左下欄第 17 行-右下欄第 5行 (7 ファミリーなし)	1, 2, 4-6, 8-11, 13-16, 18, 19								
厄 5欄の続きにも文献が列挙されている。      兀 パテントファミリーに関する別紙を参照。										
引用文献のカテゴリー	の目の役に公表された文献									
IA) 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	IT) 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
E) 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	IX) 特に関連のある文献であって、当議文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
L) 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	IY) 特に関連のある文献であって、当議文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
IO) 口頭による開示、使用、展示等に関する文献	I&J) 同一パテントファミリー文献									
p) 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願										
国際調査を完了した日 12. 10. 2005	国際調査報告の発送日 25. 10. 2005									
国際調査機関の名称及びあて先 日本 国特許庁 (ISA/ JP) 郵便番号 100 - 8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 酒井 英夫 電話番号 03--3581-1101 内線 3471	4 IR 9631								

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 49-63382 A (株式会社日立製作所) 1974. 06. 19, 実施例 3 (ファミリーなし)	1, 2, 4-6, 8-11, 13-16, 18, 19
Y	JP 59-193036 A (株式会社東芝) 1984. 11. 01, 全文 & GB 2138633 A & DE 3413885 A1	1, 2, 4-6, 8-11, 13-16, 18, 19
A	JP 2-281642 A (新光電気工業株式会社) 1990. 11. 19, 全文, 第 1 図 (ファミリーなし)	1-19